

HỆ THỐNG MỘT SỐ CÔNG THỨC, BẢNG TRA MÔN HỌC KẾT CẤU THÉP

CHƯƠNG 1. ĐẠI CƯƠNG VỀ THIẾT KẾ KẾT CẤU THÉP

1. Bảng một số tính chất tối thiểu của thép công trình cầu

Các thông số	Thép các bon	Thép hợp kim thấp cường độ cao		Thép hợp kim thấp gia công nhiệt	Thép hợp kim gia công nhiệt cường độ cao	
Ký hiệu của AASHTO	M270M Cấp 250	M270M Cấp 345	M270M Cấp 345W	M270M Cấp 485W	M270M Cấp 690	M270M Cấp 690W
Ký hiệu của ASTM tương đương	A709M Cấp 250	A709M Cấp 345	A709M Cấp 345W	A 709M Cấp 485W	A709M Cấp 690	A709M Cấp 690W
Chiều dày tấm (mm)	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 65	65 ÷ 100
Cường độ chịu kéo min F_u (MPa)	400	450	485	620	620	690
Cường độ chảy min F_y (MPa)	250	345	345	485	690	620

CHƯƠNG 2. LIÊN KẾT TRONG KẾT CẤU THÉP

1. Khoảng cách bu lông tối đa (A6.13.2.6.2)

$$S \leq (100 + 4,0t) \leq 175 \text{ hoặc } S \leq 10 + 4,0t \left(\frac{3,0g}{4,0} \right) \leq 175$$

2. Bước dọc lớn nhất cho bu lông trong thanh ghép (A6.13.2.6.3)

$$p \leq 15,0t - \left(\frac{3,0g}{8,0} \right) \leq 12,0$$

3. Khoảng cách đến mép thanh tối thiểu (A6.13.2.6.6)

Đường kính bu lông (mm)	Mép cắt	Mép cán của thép tấm hoặc thép hình hoặc cắt mép bằng hơi
16	28	22
20	34	26
22	38	28
24	42	30
27	48	34
30	52	38
36	64	46

4. Sức kháng cắt của bu lông (A6.13.2.7)

$$R_n = 0,48 A_b F_{ub} N_s \text{ hoặc } R_n = 0,38 A_b F_{ub} N_s$$

5. Sức kháng ép mặt của bu lông (A6.13.2.9)

$$R_n = 2,4 d t F_u \text{ hoặc } R_n = 1,2 L_c t F_u \text{ hoặc } R_n = 2,0 d t F_u \text{ hoặc } R_n = 1,0 L_c t F_u$$

6. Sức kháng trượt hay ma sát của bu lông CĐC (A6.13.2.8)

$$R_n = K_h K_s N_s P_t, \text{ Trong đó:}$$

Lực kéo nhỏ nhất yêu cầu của bu lông CĐC (A6.13.2.8-1)

Đường kính bu lông (mm)	Lực kéo yêu cầu P_t (kN)	
	A325M	A490M
16	91	114
20	142	179
22	176	221
24	205	257
27	267	334
30	326	408
36	475	595

Các giá trị của K_h (A6.13.2.8-2)

Cho các lỗ tiêu chuẩn	1,00
Cho các lỗ vượt quá cỡ và khía rãnh ngắn	0,85
Cho các lỗ khía rãnh dài với rãnh thẳng góc với phương của lực	0,70
Cho các lỗ khía rãnh dài với rãnh song song với phương của lực	0,60

Các giá trị của K_s (A6.13.2.8-3)

Cho các điều kiện bề mặt loại A	0,33
Cho các điều kiện bề mặt loại B	0,50
Cho các điều kiện bề mặt loại C	0,33

7. Sức kháng kéo (A6.13.2.10.2)

$$T_n = 0,76 A_b F_{ub}$$

8. Lực kéo do tác động nhỏ (A6.13.2.10.4)

$$Q_u = \left[\frac{3b}{8a} \frac{t^3}{328000} \right] P_u$$

9. Kéo và cắt kết hợp (A6.13.2.11)

$$T_n = 0,76 A_b F_{ub} \text{ hoặc } T_n = 0,76 A_b F_{ub} \sqrt{1 - \left[\frac{P_u}{\phi_s R_n} \right]^2}$$

$$\text{hoặc đối với bu lông CĐC thì } R_n \leq K_h K_s N_s P_t \left(1 - \frac{T_u}{P_t} \right)$$

1. Hệ số triết giảm do xét đến hiện tượng cắt trễ

$$U = 1 - \frac{x}{L} \leq 0,9$$

2. Chiều rộng thực trong liên kết bu lông (A6.8.3)

$$W_n = W_g - \sum d + \sum \frac{S^2}{4g}$$

CHƯƠNG 4. CẤU KIỆN CHỊU NÉN

1. Sức kháng nén danh định (A6.9.4.1)

$$P_n = 0,66^{\lambda} F_y A_s \text{ hoặc } P_n = \frac{0,88 F_y A_s}{\lambda}, \text{ trong đó } \lambda = \left(\frac{KL}{\pi r} \right)^2 \frac{F_y}{E}$$

2. Tỷ số rộng/dày giới hạn (A6.9.4.2)

$$\frac{b}{t} \leq k \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Bảng hệ số oằn của bản (A6.9.4.4-1)

Các bản được đỡ dọc 1 mép	k	b
Các bản cánh và các cạnh nhô ra hoặc các bản	0,56	Chiều rộng nửa bản cánh của các mặt cắt I
		Chiều rộng toàn bản cánh của các thép [
		Khoảng cách giữa mép tự do và hàng bulông thứ nhất hoặc các đường hàn trong các bản
		Toàn chiều rộng của cạnh bên nhô ra đối với các đôi thép góc trong tiếp xúc liên tục
Các thân của thép T cán	0,75	Toàn chiều cao của T
Các cấu kiện nhô ra khác	0,45	Toàn chiều rộng của cạnh bên nhô ra đối với thanh chống thép góc đơn hoặc thanh chống thép góc đôi với tấm ngăn
		Toàn chiều rộng nhô ra đối với các cấu kiện khác
Các bản được đỡ dọc hai mép	k	b
Các bản cánh hộp và các bản tấp	1,40	Khoảng cách tính giữa các bản bụng trừ đi bán kính góc trong trên mỗi bên đối với các bản cánh hộp
		Khoảng cách giữa các đường hàn hoặc bulông đối với các bản phủ bản cánh
Các bản bụng và các cấu kiện bản khác	1,49	Khoảng cách tính giữa các bản cánh trừ đi các bán kính đường hàn đối với các bản bụng của các dầm cán
		Khoảng cách tính giữa các thanh đỡ mép đối với tất cả các cấu kiện khác
Các bản tấp có khoét lỗ	1,86	Khoảng cách tính giữa các thanh đỡ mép

1. Trục trung hòa dẻo và mô men dẻo của tiết diện không liên hợp (A6.10.3.3.2)

- Nếu $F_{yc} A_c \leq F_{yw} A_w + F_{yt} A_t$, thì:

$$D_{cp} = \bar{Y} = \frac{D}{2A_w F_{yw}} (F_{yt} A_t + F_{yw} A_w - F_{yc} A_c), \text{ và}$$

$$M_p = \frac{P_w}{2D} \left[\bar{Y}^2 + (D - \bar{Y})^2 \right] + \left[P_c \left(\bar{Y} + \frac{t_c}{2} \right) + P_t \left(D - \bar{Y} + \frac{t_t}{2} \right) \right]$$

- Với tiết diện đối xứng kép, thì:

$$D_{cp} = D/2, \text{ và}$$

$$M_p = P_w \left(\frac{D}{4} \right) + P_c \left(\frac{D}{2} + \frac{t_c}{2} \right) + P_t \left(\frac{D}{2} + \frac{t_t}{2} \right)$$

2. Độ mảnh của bản bụng (A6.10.2.2, A6.10.4.1.2)

$$\lambda_p \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$$

$$\lambda_r \leq 6,77 \sqrt{\frac{E}{f_c}} \text{ hoặc } \lambda_r \leq 11,63 \sqrt{\frac{E}{f_c}}$$

3. Độ mảnh của biên chịu nén (A6.10.4.1.3, A6.10.4.1.4)

$$\lambda_p \leq 0,382 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$$

$$\lambda_r \leq 1,38 \sqrt{\frac{E}{f_c \sqrt{\frac{2D_c}{t_w}}}} \text{ hoặc } \lambda_r \leq 0,408 \sqrt{\frac{E}{f_c}}$$

4. Tương tác giữa độ mảnh bản bụng và biên chịu nén của mặt cắt đặc chắc (A6.10.4.1.6)

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{2D_{cp}}{t_w} \leq (0,75) 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\ \frac{b_f}{2t_f} \leq (0,75) 0,382 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \end{array} \right. , \text{ hoặc } \frac{2D_{cp}}{t_w} + 9,35 \left(\frac{b_f}{2t_f} \right) \leq 6,25 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$$

5. Liên kết dọc của biên chịu nén (A6.10.4.1.7, A6.10.4.1.9, A6.10.4.2.5, A6.10.4.2.6)

$$L_b \leq L_{pd} = \left[0,124 - 0,0759 \left(\frac{M_1}{M_p} \right) \right] \left[\frac{r_y E}{F_{yc}} \right], \text{ hoặc}$$

BỘ MÔN KẾT CẤU

$$L_b \leq L_p = 1,76r_t \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}, \text{ hoặc}$$

$$L_b \leq L_r = 4,44r_t \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}, \text{ hoặc}$$

$$L_b \leq L_r = 4,44 \sqrt{\frac{I_{yc} d}{S_{xc} F_{yc}}}$$

6. Hệ số truyền tải trọng (A6.10.4.3.2)

$$R_b = 1 - \left(\frac{a_r}{1200 + 300a_r} \right) \left(\frac{2D_c}{t_w} - \lambda_b \sqrt{\frac{E}{f_c}} \right), \text{ với } a_r = \frac{2D_c t_w}{A_c}$$

7. Sức kháng uốn dương của mặt cắt liên hợp, đặc chắc (A6.10.4.2.2)

$$M_n = M_p, \text{ hoặc}$$

$$M_n = \frac{5M_p - 0,85M_y}{4} + \frac{0,85M_y - M_p}{4} \left(\frac{D_p}{D'} \right), \text{ hoặc}$$

$$M_n = 1,3 R_h M_y, \text{ với:}$$

$$D' = \beta \frac{d + t_s + t_h}{7,5}$$

8. Sức kháng uốn của bản cánh chịu nén của mặt cắt liên hợp có mặt cắt mảnh (A6.10.4.2.5)

$$F_n = C_b R_b R_h F_{yc} \left[1,33 - 0,187 \left(\frac{L_b}{r_t} \right) \sqrt{\frac{F_{yc}}{E}} \right] \leq R_b R_h F_{yc}, \text{ hoặc}$$

$$F_n = C_b R_b R_h \left[\frac{9,86E}{\left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \right] \leq R_b R_h F_{yc}$$

Trong đó:

$$C_b = 1,75 - 1,05 \left(\frac{P_l}{P_h} \right) + 0,3 \left(\frac{P_l}{P_h} \right)^2 \leq 2,3$$

9. Sức kháng uốn của bản cánh chịu nén của mặt cắt không liên hợp có mặt cắt mảnh (A6.10.4.2.6)

$$\text{Trường hợp có STC dọc, hoặc } \frac{2D_c}{t_w} \leq \lambda_b \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$$

LƯU HÀNH NỘI BỘ

BỘ MÔN KẾT CẤU

$$M_n = 3,14 E C_b R_h \left(\frac{I_{yc}}{L_b} \right) \sqrt{0,772 \left(\frac{J}{I_{yc}} \right) + 9,87 \left(\frac{d}{L_b} \right)^2} \leq R_h M_y$$

Trường hợp không có STC dọc thì:

$$M_n = C_b R_b R_h M_y \left[1 - 0,5 \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq R_b R_h M_y, \text{ hoặc}$$

$$M_n = C_b R_b R_h \frac{M_y}{2} \left(\frac{L_r}{L_b} \right)^2 \leq R_b R_h M_y$$

Trong đó:

$$J = \frac{D t_w^3}{3} + \sum \frac{b_f t_f^3}{3}$$

$$L_p = 1,76 r_i \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$$

10. Yêu cầu mới đối với vách đứng chịu uốn (A6.10.6.3)

- Nếu $\frac{2D_c}{t_w} \leq 5,70 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}}$, thì $f_{cf} \leq R_h F_{yc}$

- Nếu không, thì $f_{cr} \leq 32,5 E \left(\frac{t_w}{2D_c} \right)^2$

11. Yêu cầu mới đối với vách đứng chịu cắt (A6.10.6.4)

$$v_{cf} \leq 0,58 C F_{yw}$$

12. Trạng thái giới hạn mới (A6.6)

- Công thức tổng quát:

$$(\Delta F)_n \geq \gamma (\Delta f), \text{ trong đó:}$$

$$(\Delta F)_n = \left(\frac{A}{N} \right)^{\frac{1}{3}} \geq \frac{1}{2} (\Delta F)_{TH}$$

$$N = (100 \text{ năm})(365 \text{ ngày}) n (ADTT_{SL})$$

$$ADTT_{SL} = p \cdot ADTT$$

$$ADTT = k_{truck} \cdot ADT \cdot n_L$$

Tỷ lệ xe tải trong một làn đơn, p (A3.6.1.4.2-1)

Số làn xe tải	p
1	1,00
2	0,85
≥ 3	0,80

Tỷ lệ xe tải trong luồng giao thông, k_{truck} (C3.6.1.4.2-1)

Cấp đường	k_{truck}
Đường nông thôn liên tỉnh	0,20
Đường đô thị liên tỉnh	0,15
Đường nông thôn khác	0,15
Đường đô thị khác	0,10

Số chu kỳ ứng suất của một lượt xe tải, n (A6.6.1.2.5-2)

Các cấu kiện dọc	Chiều dài nhịp	
	$> 12000\text{mm}$	$\leq 12000\text{mm}$
Dầm giản đơn	1,0	2,0
Dầm liên tục		
- Gắn trụ giữa	1,5	2,0
- Chỗ khác	1,0	2,0
Dầm hẫng	5,0	
Giàn	1,0	
Cấu kiện ngang	Khoảng cách	
	$> 6000\text{mm}$	$\leq 6000\text{mm}$
	1,0	2,0

Hệ số cấu tạo và giới hạn mỗi (A6.6.1.2.5-1, A6.6.1.2.5-3)

Loại chi tiết	Hệ số cấu tạo $A \cdot 10^{11}$ (MPa^3)	Giới hạn mỗi $(\Delta F)_{TH}$ (MPa)
A	82,0	165
A	39,3	110
B'	20,0	82,7
C	14,4	69,0
C'	14,4	82,7
D	7,21	48,3
E	3,61	31,0
E'	1,28	17,9
Bu lông A325M kéo dọc trục	5,61	214

Bu lông A490M kéo dọc trục	10,3	262
----------------------------	------	-----

CHƯƠNG 6. TIẾT DIỆN I CHỊU CẮT

1. Sức kháng cắt danh định của các bản bụng không được tăng cường (A6.10.7.2)

- Nếu $\frac{D}{t_w} \leq 2,46 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}}$, thì: $V_n = V_p = 0,58 F_{yw} D t_w$
- Nếu $2,46 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}} < \frac{D}{t_w} \leq 0,37 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}}$, thì: $V_n = 1,48 t_w^2 \sqrt{E F_{yw}}$
- Nếu $\frac{D}{t_w} > 0,37 \sqrt{\frac{E}{F_{yw}}}$, thì: $V_n = \frac{4,55 t_w^3 E}{D}$

2. Sức kháng cắt danh định của các bản bụng được tăng cường (A6.10.7.3.)*a) Yêu cầu bố trí xếp (A6.10.7.3.2)*

- Khoảng cách giữa các STC đứng khi không có STC dọc, phải thoả mãn điều kiện sau:

$$d_0 \leq D \left(\frac{260}{D/t_w} \right)^2$$

b) Đối với các mặt cắt thuận nhất (A6.10.7.3.3)

- Các khoang trong của các mặt cắt đặc chắc

$$V_n = V_p \left[C + \frac{0,87(1-C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_0}{D} \right)^2}} \right], \text{ hoặc}$$

$$V_n = R V_p \left[C + \frac{0,87(1-C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_0}{D} \right)^2}} \right] \geq C V_p$$

Trong đó:

$$R = \left[0,6 + 0,4 \left(\frac{M_r - M_u}{M_r - 0,75 \phi_f M_y} \right) \right] \leq 1$$

C = Tỷ số của ứng suất oằn cắt và cường độ chảy cắt, ta có C được xác định như sau:
(A6.10.7.3.3a)

- Nếu $\frac{D}{t_w} \leq 1,10 \sqrt{\frac{E k}{F_{yw}}}$, thì C = 1,0

BỘ MÔN KẾT CẤU

- Nếu $1,10 \sqrt{\frac{Ek}{F_{yw}}} \leq \frac{D}{t_w} \leq 1,38 \sqrt{\frac{Ek}{F_{yw}}}$, thì $C = \frac{1,10}{\frac{D}{t_w}} \sqrt{\frac{Ek}{F_{yw}}}$

- Nếu $\frac{D}{t_w} > 1,38 \sqrt{\frac{Ek}{F_{yw}}}$, thì $C = \frac{1,52}{\left(\frac{D}{t_w}\right)^2} \left(\frac{Ek}{F_{yw}}\right)$

Trong đó:

$$k = 5 + \frac{5}{\left(\frac{d_0}{D}\right)^2}$$

- Các khoang trong của các mặt cắt không đặc chắc

$$V_n = V_p \left[C + \frac{0,87(1-C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_0}{D}\right)^2}} \right], \text{ hoặc}$$

$$V_n = R V_p \left[C + \frac{0,87(1-C)}{\sqrt{1 + \left(\frac{d_0}{D}\right)^2}} \right] \geq C V_p$$

Trong đó:

$$R = \left[0,6 + 0,4 \left(\frac{F_r - f_u}{F_r - 0,75 \phi_f F_y} \right) \right] \leq 1$$

CHƯƠNG 7. NEO CHỐNG CẮT

1. Bước của neo chống cắt khi tính theo TTGH mỗi (A6.10.7.4.1b)

$$p \leq \frac{n Z_r I}{V_{sr} Q}$$

2. Sức kháng mỗi của neo chống cắt trong mặt cắt liên hợp (A6.10.7.4.2)

$$Z_r = \alpha d^2 \geq \frac{38,0 d^2}{2}, \text{ với } \alpha = 238 - 29,5 \log N$$

3. Lực cắt nằm ngang danh định (A6.10.7.4.4b)

- Tổng lực cắt nằm ngang danh định, ở giữa điểm mô men dương lớn nhất và mỗi điểm kê mô men bằng 0,0 phải là giá trị nhỏ hơn của:

$$V_h = 0,85 f'_c b t_s, \text{ hoặc } V_h = F_{yw} D t_w + F_{yt} b_t t_t + F_{yc} b_c t_c = F_y A_s$$

4. Sức kháng cắt danh định của neo ở TTGHCD (A6.10.7.4.4c)

$$Q_n = 0,5A_{sc}\sqrt{f_c E_c} \leq A_{sc}F_u$$

CHƯƠNG 8. SƯỜN TĂNG CƯỜNG

1. Sườn tăng cường đứng trung gian

- Yêu cầu về độ mảnh (A6.10.8.1.2)

$$\begin{cases} 50 + \frac{d}{30} \leq b_p \leq 0,48t_p \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}} \\ 0,25b_f \leq b_p \leq 16,0t_p \end{cases}$$

- Yêu cầu về độ cứng (A6.10.8.1.3)

$$I_t \geq d_0 t_w^3 J, \text{ với}$$

$$J = 2,5 \left(\frac{D_p}{d_0} \right)^2 - 2,0 \geq 0,5$$

- Yêu cầu về diện tích hay cường độ (A6.10.8.1.4)

$$A_s \geq \left[0,15BDt_w (1 - C) \frac{V_u}{V_r} - 18t_w^2 \right] \left(\frac{F_{yw}}{F_{ys}} \right)$$

2. Sườn tăng cường gối

- Yêu cầu về độ mảnh (A6.10.8.2.2)

$$b_p \leq 0,48t_p \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$$

- Yêu cầu về sức kháng tựa (A6.10.8.2.3)

$$B_r = \phi_b A_{pu} F_{ys}$$

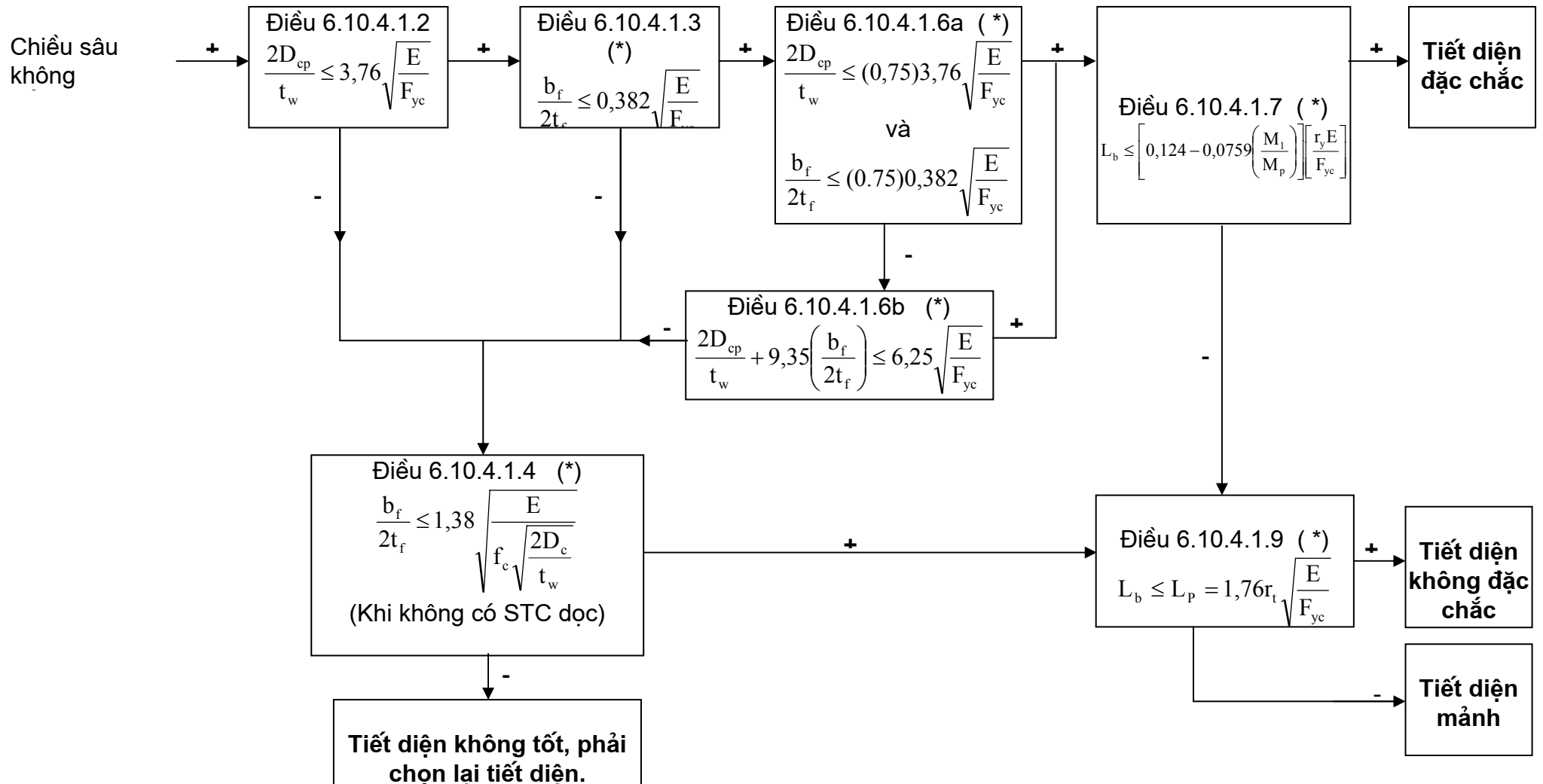
- Yêu cầu về sức kháng nén dọc trục (A6.10.8.2.4)

$$P_n = 0,66^\lambda F_y A_s \text{ hoặc } P_n = \frac{0,88F_y A_s}{\lambda}, \text{ trong đó } \lambda = \left(\frac{KL}{\pi r} \right)^2 \frac{F_y}{E}$$

Phụ lục 1. Hệ số sức kháng đối với TTGH cường độ (A6.5.4.2)

- Đối với uốn $\varphi_f = 1,00$
- Đối với cắt $\varphi_v = 1,00$
- Đối với nén dọc trục, chỉ cho thép $\varphi_c = 0,90$
- Đối với nén dọc trục, liên hợp $\varphi_c = 0,90$
- Đối với kéo, đứt trong mặt cắt thực $\varphi_u = 0,80$
- Đối với kéo, chảy trong mặt cắt nguyên $\varphi_y = 0,95$
- Đối với ép mặt tựa trên các chốt, các lỗ doa, khoan hoặc bắt bulông và các bề mặt cán $\varphi_b = 1,00$
- Đối với các bulông ép mặt trên vật liệu $\varphi_{bb} = 0,80$
- Đối với các neo chịu cắt $\varphi_{sc} = 0,85$
- Đối với các bulông A325M và A490M chịu kéo $\varphi_t = 0,80$
- Đối với các bulông A307 chịu kéo $\varphi_t = 0,80$
- Đối với các bulông chịu cắt $\varphi_s = 0,65$
- Đối với các bulông A325M và A490M chịu cắt $\varphi_s = 0,80$
- Đối với cắt khối $\varphi_{bs} = 0,80$
- Đối với kim loại hàn trong các đường hàn ngẫu hoàn toàn:
 - + Cắt trên diện tích hữu hiệu $\varphi_{e1} = 0,85$
 - + Kéo hoặc nén trực giao với diện tích hữu hiệu $\varphi = \varphi$ kim loại nền
 - + Kéo hoặc nén song song với trục của đường hàn $\varphi = \varphi$ kim loại nền
- Đối với kim loại hàn trong các đường hàn ngẫu cục bộ:
 - + Cắt song song với trục của đường hàn $\varphi_{e2} = 0,80$
 - + Kéo hoặc nén song song với trục của đường hàn $\varphi = \varphi$ kim loại nền
 - + Nén trực giao với diện tích hữu hiệu $\varphi = \varphi$ kim loại nền
 - + Kéo trực giao với diện tích hữu hiệu $\varphi_{e1} = 0,80$
- Đối với kim loại hàn trong các mối hàn:
 - + Kéo hoặc nén song song với trục của đường hàn $\varphi = \varphi$ kim loại nền
 - + Cắt trong chiều cao tính toán của kim loại hàn $\varphi_{e2} = 0,80$
- Đối với sức kháng trong khi đóng cọc $\varphi_{e1} = 1,00$

Phụ lục 2. Sơ đồ trình tự kiểm tra tiết diện dầm là đặc chắc, không đặc chắc hay mảnh



Ghi chú: Tất cả các mặt cắt đều phải thoả mãn các giới hạn về tỷ lệ mặt cắt của điều A6.10.2;

(*) = Đối với mặt cắt liên hợp chịu uốn dương, các điều này được xem như tự động thoả mãn;

(+) = Đúng;

(-) = Không đúng.

